

⑩ 日本国特許庁 (J P)

⑭ 特許出願公表

⑫ 公表特許公報 (A)

平5-502334

⑮ 公表 平成5年(1993)4月22日

⑯ Int. Cl.³
H 01 S 3/10

識別記号

庁内整理番号

審査請求 未請求

子審査請求 有

部門 (区分) 7 (2)

Z 8934-4M
8934-4M
8426-5K

H 01 S 3/094
H 04 B 9/00

S
U ※

(全 9 頁)

⑰ 発明の名称 損失のない光学素子

⑱ 特 願 平3-501697

⑲ 出 願 平2(1990)12月14日

⑳ 翻訳文提出日 平4(1992)6月15日

㉑ 国際出願 PCT/GB90/01950

㉒ 国際公開番号 WO91/09475

㉓ 国際公開日 平3(1991)6月27日

優先権主張 ㉔ 1989年12月14日 ㉕ イギリス (GB) ㉖ 8928237.0

㉗ 発 明 者 ホーニング、ステファン

イギリス国、アイビー21・5 ビービー、ノーフォーク、デイス、フ
レッシングフィールド、ストラッドブローック・ロード、クラレン
ス・ハウス (番地なし)

㉘ 出 願 人 ブリテイッシュ・テレコミュニ
ケーションズ・パブリック・リ
ミテッド・カンパニー

イギリス国、イーシー1エー・7 エージェイ、ロンドン、ニューゲ
ート・ストリート 81

㉙ 代 理 人 弁理士 鈴江 武彦 外3名

㉚ 指 定 国 AT(広域特許), AU, BE(広域特許), CA, CH(広域特許), DE(広域特許), DK(広域特許), ES(広域
特許), FR(広域特許), GB(広域特許), GR(広域特許), IT(広域特許), JP, LU(広域特許), NL(広
域特許), SE(広域特許), US

最終頁に続く

請求の範囲

- (1) 入力および少なくとも1つの出力と、動作部分および動作部分の上流の増幅器部分を具備し、増幅器部分が入力によって受信された光信号を増幅する光増幅器を含み、光増幅器を遠隔ポンプレーザによって光学的にポンプ可能にする入力光導波手段を光増幅器が具備している損失のない光学素子。
- (2) 光増幅器は光学素子の動作部分の損失に少なくとも等しい利得を有している請求項1記載の光学素子。
- (3) 光増幅器はドープされたファイバ増幅器である請求項1記載の光学素子。
- (4) ドープされたファイバ増幅器はEr³⁺のドープされたファイバによって構成されている請求項3記載の光学素子。
- (5) 入力光導波手段は第1のWDMを介してドープされたファイバ増幅器に接続されている請求項3または4記載の光学素子。
- (6) 第1のWDMはドープされたファイバ増幅器の上流にある請求項5記載の光学素子。
- (7) 入力光は第1のWDMに接続されている請求項7記載の光学素子。
- (8) ドープされたファイバ増幅器は第2のWDMを介して出力に接続されている請求項6または7記載の光学素子。
- (9) さらに第2のWDMの下流のフィルタを含んでいる請求項8記載の光学素子。
- (10) 第1のWDMはドープされたファイバ増幅器の下流にある請求項5記載の光学素子。

(11) 素子の動作部分は光分割器であり、光学素子は損失のない光結合器を構成する請求項1乃至10のいずれか1項記載の光学素子。

(12) 添付図面の図1および図2の参照および説明により実質的に上記に示されているような損失のない光学素子。

(13) 損失のない光学素子が請求項1乃至12のいずれか1項に限定されたようなものであり、光源が損失のない光学素子の入力に接続され、ポンプレーザが入力光導波手段に接続されている光源、損失のない光学素子およびポンプレーザを含む光学システム。

(14) さらに自動利得制御ユニットを含み、自動利得制御ユニットおよびポンプレーザは別のWDMにより入力光導波手段に接続されている請求項13記載のシステム。

(15) 請求項7に依存する場合、入力光導波手段は別のWDMを介して第1のWDMに接続されている請求項13記載のシステム。

(16) ドープされたファイバ増幅器の下流端は結合器を介して前記別のWDMに接続されている請求項15記載のシステム。

(17) 結合器はドープされたファイバ増幅器の10%の出力を前記別のWDMに導く10対90結合器である請求項16記載のシステム。

(18) 入力光はドープされたファイバ増幅器の上流端に直接接続されている請求項14記載のシステム。

(19) 光源は1536nmで光を放射するレーザである請求項13乃至18のいずれか1項記載のシステム。

損失のない光学素子

本発明は、光ファイバ通信ネットワークに設置するための光結合器または光分割器のような損失のない光学素子に関する。

この明細書において、“光学”という用語は光ファイバのような誘電性導体によって送信されることができ、赤外線および紫外線領域の部分と共に可視領域として一般に知られている電磁スペクトルの部分を示すことを意図している。

光ファイバ通信ネットワークは1つ以上の送信ステーションから1つ以上の受信ステーションに情報（光信号）を分配するために使用される。遠隔通信のために、T P O N（受動光ネットワークによる電話）のような受動光ネットワークは、それらが単一の送信機（ネットワークに接続された交換機に配置されたレーザ）を使用してネットワークに対する遠隔通信を可能にするという点で有効である。T P O Nの主な利点は電気素子がフィールドにおいて不要なことである。T P O Nの欠点は、それが送信機（交換機）から複数の受信ステーション（加入者の電話機）に光信号を送るために光分割器の使用を必要とすることである。したがって、T P O Nは分割器における損失によって制限される（典型的に、T P O Nシステムは1レーザ当たり32の加入者だけにサービスを提供する）。この比率を高める1つの方法はシステム中に光増幅器

(20) 光源はW D Mおよび光導波手段によって入力に接続されている第1および第2のレーザによって構成されている請求項13乃至18のいずれか1項記載のシステム。

(21) 第1のレーザは1300nmで光を放射し、第2のレーザは1536nmで光を放射する請求項20記載のシステム。

(22) 第1および第2のW D Mは1300nmおよび1536nmで光を通過させる請求項21記載のシステム。

(23) ビデオ信号により複数の無線搬送波信号を変調する手段と、変調された無線搬送波を混合する手段が設けられており、結果的なアナログ信号は第2のレーザを変調するために使用される請求項21または22記載のシステム。

(24) ポンプレーザは1480nmで光を放射する請求項13乃至23のいずれか1項記載のシステム。

(25) 添付図面の図1および図2並びに図3または図5のいずれかによって修正された図1および図2の参照および説明により実質的に上記に示されているような光学システム。

を設けることである。これは、例えば送信機におけるパワー増幅器、ネットワーク路に沿った中継増幅器または受信ステーションにおける前置増幅器を使用することによってネットワークに沿った1つ以上の位置で光増幅器により光信号を増幅することによって達成されることができ、この接続において、安全性の配慮は、ヘッド端（交換機）レーザによって送られることができる最大パワーを制限することが留意されるべきである。

既知のタイプの光増幅器は分割器の損失を補償するためにパワーを高める電気再生器を使用する。電気再生器の欠点は、それらが高価で方向性であり、データ透過性でないことである。別の既知のタイプの光増幅器（半導体レーザ増幅器）は電気再生器を使用する欠点のいくつかを克服し、半導体レーザ増幅器は両方向性であり、データ透過性である。しかしながら、残念なことに半導体レーザ増幅器は電源を必要とし、これはフィールドにおいて受動素子だけを有しているというT P O Nの主な利点を低下させる。

本発明は入力および少なくとも1つの出力を有する損失のない光学素子を提供し、光学素子は動作部分および動作部分の上流の増幅器部分を含み、増幅器部分は入力によって受信された光信号を増幅する光増幅器を含み、光増幅器は光増幅器が遠隔ポンプレーザによって光学的にポンプ可能な入力光導波手段を具備している。

光増幅器は光学素子の動作部分の損失に少なくとも等しい利得を有する。

好ましい実施例において、光増幅器はE r f 3+のドープされたファイバによって構成されたドープされたファイバ増幅器である。入力光導波手段は第1のW D Mを介してドープされたファイバ増幅器に接続され、第1のW D Mはドープされたファイバ増幅器の上流にあることが好ましい。この場合、入力は第1のW D Mに接続され、ドープされたファイバ増幅器は第2のW D Mを介して出力に接続され、素子はさらに第2のW D Mの下流のフィルタを含んでいる。

便利に、素子の動作部分は光分割器であり、光学素子は損失のない光結合器を構成する。

本発明はまた光源、損失のない光学素子およびポンプレーザを含む光学システムを提供し、損失のない光学素子は上記に限定されたようなものであり、光源は損失のない光学素子の入力に接続され、ポンプレーザは入力光導波手段に接続される。

有効に、システムはさらにa g c（自動利得制御）ユニットを含み、a g cユニットおよびポンプレーザは別のW D Mにより入力光導波手段に接続される。入力が第1のW D Mに接続される場合、入力光導波手段は他方のW D Mを介して第1のW D Mに接続され、ドープされたファイバ増幅器の下流端は結合器を介してこの他方のW D Mに接続される。結合器はドープされたファイバ増幅器の10%の出力をこの別のW D Mに導く10対90結合器であることが好ましい。その代りとして、第1のW D Mがドープされたファイバ増幅器の下流である場合、入力はドープされたファイバ増幅器の上流端に直接

接続される。

光源は1536nmで光を放射するレーザであることが有効であり、この場合光増幅器はこの波長で最大増幅を有するように構成される。その代りとして、光源は入力WDMおよび光導波体によって入力に接続される第1および第2のレーザによって構成されてもよい。第1のレーザは1300nmで光を放射し、第2のレーザは1536nmで光を放射することが好ましい。この場合、光増幅器は1536nmの波長で最大増幅を有するように構成され、光増幅器は1300nmで透過性である。便利に、ビデオ信号により複数の無線搬送波信号を変調する手段と、変調された無線搬送波を混合する手段とが設けられており、結果的なアナログ信号は第2のレーザを変調するために使用される。ポンプレーザは1480nmで光を放射する。

以下、添付された図面を参照して本発明にしたがって構成された損失のない結合器をそれぞれ含む光伝送システムの2つの形態を詳細に説明する。

図1は第1の形態の光伝送システムの概略図である。

図2は図1のシステムの一部を形成する増幅器ユニットの概略図である。

図3は図1のシステムの一部の修正された形態を示した概略図である。

図4は図1のシステムの一部の別の修正された形態を示した概略図である。

図5は光伝送システムの第2の形態の概略図である。

図面を参照すると、図1は2kmの信号路4（概略的に示

されている）を限定する光ファイバ3によって損失のない結合器2に接続された信号レーザ1を有する受動光ネットワーク（TPON）システムを示す。レーザ1は1536nmで光を放射する分配されたフィードバック（DBF）レーザである。損失のない結合器2は増幅器ユニット2aおよび4方向分割器2bを含む。分割器2bの各出力はそれぞれ8方向分割器5（それらのうちの1つだけが示されている）に到達する。したがって、システムはレーザ1からの信号が分割器5の出力に関連された32個の受信ステーション（示されていない）に送信されることができるよう構成されている。増幅器ユニット2aは、分割器2bに関連した損失を補償するように信号路4に沿って到達した信号を十分に増幅するように構成される。これは、システムのパワーバジェットが32個の受信ステーションにパワー供給するのに十分であることを保証する。

増幅器ユニット2a（図2を参照）は、ある長さのEr³⁺のドープされたファイバによって構成されたドープされたファイバ増幅器6を含む。増幅器6は専用の光ファイバ8を介してハイパワーのポンプレーザ7によって光学的にポンプされる。レーザ7はハイパワーレーザ7が有効に使用されることができ、40mW、1480nmのレーザである。ポンプレーザ7のハイパワーのために、光ファイバ8は保護され、それによって搬送される高い光レベルから人員を保護するように外装で覆われる。したがって、光ファイバ8（光学メインと呼ばれる）は電力ケーブルに類似し、光ファイバ3は電気通

信ケーブルに類似している。電気接続によるように、光信号ファイバ3およびパワーファイバ8は分離されており、したがって明らかに示されている。

増幅器ユニット2aはまたファイバ増幅器6の両端に位置された2つのWDM9aおよび9bを含む。WDM9aは1480nmポンプおよび1536nm信号を多重化し、多重化された光をファイバ増幅器6に入力する。WDM9bは増幅器6によって増幅された光をデマルチプレクスし、フェルルフィルタ10にデマルチプレクスされた光を出力する。フィルタ10は、1530nm乃至1540nmの狭い通過帯域を有するバンドパスフィルタであり（もっとも、これはさらに有効に狭くできる）、またポンプレーザ7からの全ての余分な光を効率的にフィルタ処理する。フィルタ10はまた例えばドープされたファイバ増幅器6からの全ての望ましくない自然発生的な放射線等の雑音を排除く。

ファイバ増幅器6は分割器2bの損失を補償するのに十分なdBの利得を有する。結果的に、結合器2は本質的に損失のない結合器である。この損失のない結合器2は多数の重要な利点を有する。すなわち：

(i) それは電子装置に依存せずに信号を直接増幅する光増幅器6を利用する。

(ii) 増幅器6は遠隔位置から光学的にポンプされ、結合器2を収容するキャビネットにおいて増幅器のための分離した電源は不要である。

(iii) 第1の分割器2bに関連した損失を排除することによ

ってパワーレベルはシステムにわたってかなり一定に維持され、これは維持し易い安全なシステムになる。それはまた故障位置の搜索を容易にする。

(iv) 分割器2bの下流で利用できる高められたパワーはシステムの拡張を容易にする。したがって、システムは大きい分割率を支持することが可能なため、128までの加入者が単一のレーザによってサービスを提供されることができ、高められたパワーはまた安価な素子（低パワーレーザおよび安価な受信機のような）の利用を可能にし、それによってシステムをさらに経済的にする。

(v) それは両指向性であり、デジタルおよびアナログの両システムにおいて使用されることができ。

増幅器ユニット2aは、例えば信号と同じ方向にファイバ増幅器6に沿ってポンプパワーが通るような共伝播増幅器である。しかしながら、共伝播増幅器は例えば信号と逆方向にファイバ増幅器6に沿ってポンプが通るもののような逆伝播増幅器により置換されることができ。共伝播増幅器は逆伝播増幅器より光学的に静かであるという利点を有するが、過度のポンプパワーを排除するために増幅器の下流で（信号伝播方向において）付加的な光学フィルタ処理を必要とする欠点を有する。反対に、逆伝播増幅器は光学的に雑音が多い欠点を有するが、光学フィルタ処理を必要としない（例えばヘッド受信機において増幅器のほぼ上流を除いて）という利点を有する。逆伝播増幅器はまた高い出力パワーの利点を有する。

上記の結合器2は最初に設置された場合に本質的に損失がないが、これはシステムが古くなった場合には該当しない可能性がある。この理由は：

(a) 時間と共に出力を減少するレーザの経年変化。これは通常それ程大きい問題ではないが、これはポンプレーザに関してその限りではない。すなわち、増幅器2aの利得はポンプパワーに指数関数的に依存するため、ポンプパワーの小さい変化が増幅器の出力の大きい変化になる。

(b) 結合器2へのファイバリンク8は環境的な影響に敏感である。したがって、ファイバ損失の0.5dBの変化は通常のシステムにとっては重要ではないが、ポンプパワーにおけるこの変化は深刻である。例えば、増幅器2aが20dBの利得を有している場合、ポンプパワーにおける0.5dBの減少は増幅器利得を約18dBに減少する。

これらの経年変化問題に対する簡明な解決方法は、ポンプレーザの方向に増幅器出力のいくらかを反射することによって出力をサンプルすることである。残念ながら、反射は増幅器を発熱させる、すなわちレーザとして動作させるため、これは増幅器に関しては実務的ではない。

図3および図4は経年変化問題に対する2つの解決方法を示し、これら2つの解決方法は共に増幅器の出力パワーを安定させる自動利得制御(a.g.c.)に依存している。すなわち、図3は、そのヘッド端からその増幅器ユニットまで図1のシステムと等価であるTPONシステムのその部分の略略図である。図3は光ファイバ13によって増幅器ユニット12aに接

続された信号レーザ11を示す。増幅器ユニット12aは、Er³⁺のドープされたファイバにより構成されたドープされたファイバ増幅器16を含む。増幅器16は専用の光ファイバ18を介してハイパワーポンプレーザ17によって光学的にポンプされる。増幅器16の上流のWDM19aはファイバ13および18に増幅器を接続し、付加的なWDM19cはWDM19aに導かれるファイバ18中に位置される。ポンプレーザ17およびa.g.c.ユニット20は、別のWDM19dによってファイバ18に接続される。増幅器16の下流の90対10結合器21はWDM19cに増幅器の出力の10%を供給する。

図3に示された構造は以下の方法で動作する。図1および図2の実施例のように、ポンプパワーは信号と分離して増幅器16に進む。ポンプパワーはWDM19cおよび19aを通過して増幅器16に到達し、増幅器の出力の10% (戻された信号) はWDM19cを介してファイバ18にフィードバックされる。WDM19dは出て行くポンプレーザ信号から戻された信号を分離し、a.g.c.ユニット20にそれを供給する。このユニット20が戻された信号 (増幅器ユニット12aを離れた増幅された信号の降下に比例する) の降下を検出した場合、それは増幅器16の出力の低下を補償するためにポンプレーザ17の出力を増加させる。このようにして増幅器ユニット12aの出力は安定化される。これとは別に、この構造の主な利点はそれが非常に安定しており、したがって伝播および逆伝播増幅器の両方に関して利用可能なことである。いくつかの構造において重要になるかもしれない1つの考え得る欠点はその素子数、

したがってその費用である。また、ポンプパワーは3つのWDMを通過しなければならず、したがってそれが増幅器ユニット12aに達する前に余分の損失を被る。

図4は低い素子数を有する別のa.g.c.安定構造を示す。この構造は図3に示されたものに類似しており、したがって同じ参照符号は同じ部品に対して使用され、異なる部品だけが詳細に説明される。すなわち、図4の構造の増幅器16は逆伝播増幅器であり、WDM19aは増幅器の下流に位置されている。この構造は増幅器16の少量の出力信号をWDM19aを横切ってファイバ18中に“漏洩”させ、したがってWDM19dを介してa.g.c.ユニット20に戻させるWDMの固有の不完全さに依存している。上記のように、この構造の主な利点はその少ない素子数である。構造の可能な欠点はWDM19aの安定性に対するその依存性である。これが無視できる以上にドリフトした場合、a.g.c.基準信号 (例えば戻された信号) は変化し、したがって増幅器16の出力を変化する。

図3および図4の構造はそれぞれa.c. a.g.c.技術に依存するa.g.c.ユニットを使用する。a.c.技術を使用する理由は以下の通りである。一般に、a.g.c.ユニットは設定された基準と調整されるべき素子の出力信号とを比較し、これを一定に維持するように増幅器の利得を変化する。最も簡単な方法は例えば“d.c.”レベル等の信号の平均出力を検出することである。残念ながら、この技術は自然放射および過度のポンプ光のためにファイバ増幅器により使用されたときに問題を有する。a.g.c.ユニットは信号とこれら別のソースとを区別

することができない。1つの選択は光学フィルタ処理を使用することであるが、これはユニットが使用されることができず帯域幅を制限する。

a.c.技術は、通常の信号の上部に小さい余分の振幅変動を付加することを含む。これは最も一般的な伝送方法 (デジタルまたは周波数変調) を妨害しない。a.g.c.ユニットはこの周波数でのみ信号に対して感応性である。したがって、本質的に一定の過度のポンプおよび瞬間放射は無視される。これは光学フィルタ処理を必要とせず、したがって増幅器の光帯域幅全体が使用されることができる。

上記の損失のない結合器のタイプは両方向性であるため、2つの分離したタイプの信号が異なる周波数で異なるパワーバジェットで伝送されることを可能にするシステムが構成されることができる。以下、図5を参照してこのタイプのシステムを説明する。図5は光ファイバ13によって損失のない結合器22に接続された2つの信号レーザ31aおよび31b並びに2つのレーザからの信号を光ファイバに多重送信するWDM34を有する受動光ネットワークシステムを示す。レーザ31aは1300nmで光を放射するフッポリベローレーザであり、レーザ31bは1536nmで光を放射するDFBレーザである。レーザ31aは標準方式のTPONレーザであるため、ネットワークはTPONネットワーク (すなわち2方向時間多重アクセス20Mb/sのデジタル電話機システム) として動作することができる。レーザ31bは説明する方法でB-PON (広帯域受動光ネットワーク) にネットワークを向上させるために使

用される。

損失のない結合器32は増幅器ユニット32aおよび4方向分割器32bを含み、これらの装置は図1および図2の結合器2の対応した部品と同一である。したがって、増幅器ユニット32aはファイバ増幅器および1対のWDMを含む。WDMは1.55 μ mおよび1.3 μ mの両信号を通過させ、1.55 μ mの信号は増幅され、一方1.3 μ mの信号はほとんど損失を伴わずに増幅器を通過することができる。増幅器はハイパワー (40mW, 1480nm) レーザ37によって専用の光ファイバ38を介して光学的にポンプされる。図1および図2の実施例のように、分割器32bの各出力は各8方向分割器35 (それらのうち1つだけが示されている) に達するため、システムは各出力ファイバ40を介して32個の受信ステーション39 (それらのうち1つだけが示されている) にサービスすることができる。各受信ステーション39は関係するファイバ40によって伝送される1300nmと1535nmの信号をデマルチプレクスするWDM41を含む。このWDM41はそれぞれ電話機43および受信機44に達する2つの出力ファイバ42aおよび42bを有する。受信機44はB-PON信号を回復するために下方変換器45に信号を供給する低費用のPIN受信機である。

B-PONは、副搬送波多重化されたシステムでビデオの多数 (典型的に16または32) のチャンネルの伝送を許容する。図5に示された実施例において、950乃至1750MHzにおける16または32個の無線キャリアはビデオ信号により46で変調される。その後変調されたキャリアは共に混合され、結晶的

ができる。

もちろん、ポンプレーザ37に関連したa-g-cユニットの設置によって図5のシステムを修正することは可能である。このようにして、増幅器ユニット32aの出力は延長される使用期間にわたって安定化されることができる。

約1500nmにおいてT-PONおよびB-PONの両方を動作することも可能であり、その場合両タイプの信号が損失のない結合器において増幅されることができる。残念ながら、これは非常に狭いチャンネル間隔のデマルチプレクサ (1加入者当たり1つ) の使用を必要とし、またこれは現在許容できないほど高価である。

光送信ネットワークにおいて損失のない結合器を使用する重要な利点は、それらが単一、二重、アナログおよびデジタル送信システムの任意の組合せの使用を許容することである。さらに、このタイプの損失のない結合器は光増幅器を含んでいるため、信号増幅のための電子装置への変換が不要である。結果的に、このタイプの損失のない結合器はデータ透過性であり、例えばそれはデータが任意のデータ送信速度で送信されることを可能にする。これはデータ送信速度の狭い範囲に対してのみ成功的に動作する電気増幅器 (再生器) を内蔵した既知の構造と比較されることである。

信号レーザ1, 11および31bは1536nmで光を放射するものとして説明されているが、これらのレーザは典型的に1530nm乃至1565nmの範囲内の別の波長で光を放射できることが理解されるであろう。

アナログ信号は光ファイバ33への伝送のためにレーザ31bを変調するために使用される。増幅器および関連したWDMは1300nmで透過性であり、T-PON信号は損失のない結合器32によって影響されない。これはネットワークがT-PONおよびB-PONの両信号を搬送することを可能にし、両送信機 (レーザ31aおよび31b) はヘッド端 (交換機) に配置される。これは既知のB-PONシステムに対する改良であり、既知のシステムは32個の加入者にサービスするために4つのレーザを必要とし、一方図5のシステムは32個の加入者当たり1つのレーザだけしか必要としない。B-PONに必要なレーザは約3000ドルを費すため、図3のシステムが実質的に費用を節約することは明らかであろう。システムはまた例えば128の加入者が単一のT-PONレーザによってT-PONおよびB-PON信号の両方に対する分割率を高めることによってサービスを提供されるT-PONシステムを補償するために拡張されることができる。さらに、既知のB-PONシステムは、図5のシステムにおいて使用される安価なPINの代わりに受信ステーションにおける高価な電子雪崩光ダイオード (APD) の使用を必要とする。したがって、ここにおいて再度本発明のシステムは実質的な費用減少を導く。このシステムはT-PONネットワーク全体がB-PON信号を増幅するために適合された損失のない結合器と共に設置されることができるという付加的な利点を有し、またこのネットワークは交換機においてB-PON伝送装置およびポンプレーザを付加するだけで二重T-PON/B-PON動作に後続的に変換されること

Fig. 1.

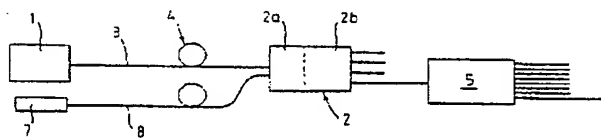


Fig. 2.

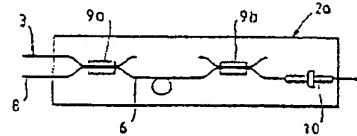
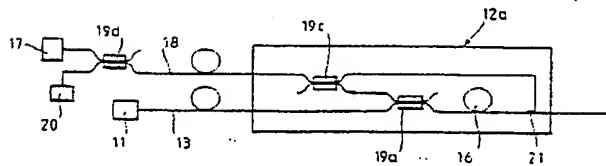


Fig. 3.



要 約

損失のない光学素子2は入力および少なくとも1つの出力を具備している。光学素子2は動作部分2bおよび動作部分2bの上流の増幅器部分2aを含んでいる。増幅器部分2aは入力によって受信された光信号を増幅する光増幅器6を含んでいる。光増幅器6は、光増幅器が遠隔位置のポンプレーザ8によって光学的にポンプ可能である入力光導波手段8を具備している。光増幅器6の出力は光学素子2の動作部分2bの損失に比例する。

Fig. 4.

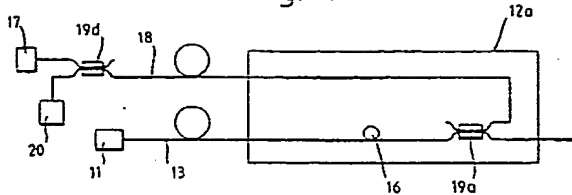
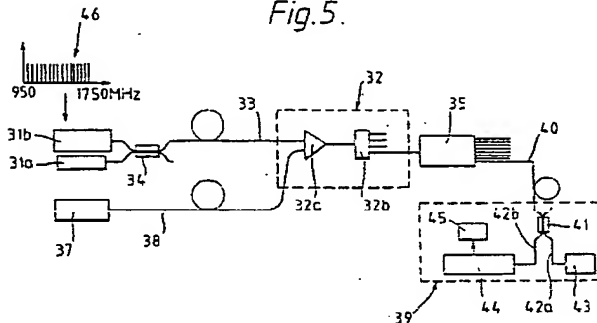


Fig. 5.



補正書の翻訳文提出書(特許法第184条の8)

平成4年6月15日

特許庁長官 深 沢 風 殿

1. 国際出願番号

PCT/GB90/01950

2. 発明の名称

損失のない光学素子

3. 特許出願人

名称 プリテイッシュ・テレコミュニケーションズ・パブリック・リミテッド・カンパニー

4. 代理人

住所 東京都千代田区豊が岡3丁目7番2号
鈴森内外国特許事務所内
〒100 電話03(3502)3181 (大代表)
氏名 (5847) 井 理 士 鈴 江 風 彦 (ほか3名)

5. 補正の提出年月日

1992年3月11日

6. 添付書類の目録

(1) 補正書の翻訳文

1通



明 細 書

損失のない光学素子

本発明は、光ファイバ通信ネットワークに設置するための光結合器に関する。

この明細書において、「光学」という用語は光ファイバのような誘電性媒体によって送信されることができる赤外線および紫外線領域の部分と共に可視領域として一般に知られている電磁スペクトルの部分を示すことを意図している。

光ファイバ通信ネットワークは1つ以上の送信ステーションから1つ以上の受信ステーションに情報(光信号)を分配するために使用される。遠隔通信のために、T P O N (受動光ネットワークによる電話)のような受動光ネットワークは、それらが単一の送信機(ネットワークに接続された交換機に配置されたレーザ)を使用してネットワークに対する遠隔通信を可能にするという点で有効である。T P O Nの主な利点は電気素子がフィールドにおいて不要なことである。T P O Nの欠点は、それが送信機(交換機)から複数の受信ステーション(加入者の電話機)に光信号を送るために光分割器の使用を必要とすることである。したがって、T P O Nは分割器における損失によって制限される(典型的に、T P O Nシステムは1レーザ当たり32の加入者だけにサービスを提供する)。この比率を高める1つの方法はシステム中に光増幅器を設けることである。これは、例えば送信機におけるパワー

増幅器、ネットワーク路に沿った中継増幅器または受信ステーションにおける前置増幅器を使用することによってネットワークに沿った1つ以上の位置で光増幅器により光信号を増幅することによって達成されることができる。この接続において、安全性の配慮は、ヘッド端（交換機）レーザによって送られることができる最大パワーを制限することが留意されるべきである。

既知のタイプの光増幅器は分割器の損失を補償するためにパワーを高める電気再生器を使用する。電気再生器の欠点は、それらが高価で、方向性であり、データ透過性でないことである。別の既知のタイプの光増幅器（半導体レーザ増幅器）は電気再生器を使用する欠点のいくつかを克服し、半導体レーザ増幅器は両方向性であり、データ透過性である。しかしながら、残念なことに半導体レーザ増幅器は電源を必要とし、これはフィールドにおいて受動素子だけを有しているというTPOの主な利点を低下させる。

本発明は入力および複数の出力を有する光結合器を提供し、光学素子は分割器部分および分割器部分の上流の増幅器部分を含み、増幅器部分は入力によって受信された光信号を増幅する光増幅器を含み、光増幅器は光増幅器を遠隔ポンプレーザによって光学的にポンプ可能にする入力光導波体手段を具備し、光増幅器は分割器部分の損失に少なくとも等しい利得を有する。

好ましい実施例において、光増幅器はEr3+のドープされたファイバによって構成されたドープされたファイバ増幅器

請求の範囲

- (1) 入力および複数の出力と、分割器部分および分割器部分の上流の増幅器部分を具備し、増幅器部分が入力によって受信された光信号を増幅する光増幅器を含み、光増幅器は光増幅器を遠隔ポンプレーザによって光学的にポンプ可能にする入力光導波体手段を具備し、光増幅器は分割器部分の損失に少なくとも等しい利得を有する光結合器。
- (2) 光増幅器はドープされたファイバ増幅器である請求項1記載の光結合器。
- (3) ドープされたファイバ増幅器はEr3+のドープされたファイバによって構成されている請求項2記載の光結合器。
- (4) 入力光学手段は第1のWDMを介してドープされたファイバ増幅器に接続されている請求項2または3記載の光結合器。
- (5) 第1のWDMはドープされたファイバ増幅器の上流にある請求項4記載の光結合器。
- (6) 入力第1のWDMに接続されている請求項5記載の光結合器。
- (7) ドープされたファイバ増幅器は第2のWDMを介して出力に接続されている請求項5または6記載の光学素子。
- (8) さらに第2のWDMの下流のフィルタを含んでいる請求項7記載の光結合器。
- (9) 第1のWDMはドープされたファイバ増幅器の下流にある請求項4記載の光学素子。
- (10) 光結合器は請求項1乃至9のいずれか1項に記載され

である。入力光導波手段は第1のWDMを介してドープされたファイバ増幅器に接続され、第1のWDMはドープされたファイバ増幅器の上流にあることが好ましい。この場合、入力は第1のWDMに接続され、ドープされたファイバ増幅器は第2のWDMを介して出力に接続され、素子はさらに第2のWDMの下流のフィルタを含んでいる。

本発明はまた光源、光結合器およびポンプレーザを含む光学システムを提供し、光結合器は上記に限定されたようなものであり、光源は光結合器の入力に結合され、ポンプレーザは入力光導波体手段に接続される。

有効に、システムはさらにagc（自動利得制御）ユニットを含み、agcユニットおよびポンプレーザは別のWDMにより入力光導波手段に接続される。入力が第1のWDMに接続される場合、入力光導波手段は他方のWDMを介して第1のWDMに接続され、ドープされたファイバ増幅器の下流端は結合器を介してこの他方のWDMに接続される。結合器はドープされたファイバ増幅器の10%の出力をこの別のWDMに導く10対90結合器であることが好ましい。その代りとして、第1のWDMがドープされたファイバ増幅器の下流である場合、入力はドープされたファイバ増幅器の上流端に直接

たものであり、光源が光結合器の入力に接続され、ポンプレーザが入力光導波手段に接続されている光源、光結合器およびポンプレーザを含む光学システム。

- (11) さらに自動利得制御ユニットを含み、自動利得制御ユニットおよびポンプレーザは別のWDMにより入力光導波手段に接続されている請求項10記載のシステム。
- (12) 入力光導波手段は別のWDMを介して第1のWDMに接続されている請求項11記載のシステム。
- (13) ドープされたファイバ増幅器の下流端は結合器を介して前記別のWDMに接続されている請求項12記載のシステム。
- (14) 結合器はドープされたファイバ増幅器の10%の出力を前記別のWDMに導く10対90結合器である請求項13記載のシステム。
- (15) 入力はドープされたファイバ増幅器の上流端に直接接続されている請求項11記載のシステム。
- (16) 光源は1536nmで光を放射するレーザである請求項10乃至15のいずれか1項記載のシステム。
- (17) 光源はWDMおよび光導波手段によって入力に接続されている第1および第2のレーザによって構成されている請求項10乃至15のいずれか1項記載のシステム。
- (18) 第1のレーザは1300nmで光を放射し、第2のレーザは1536nmで光を放射する請求項13記載のシステム。
- (19) 第1および第2のWDMは1300nmおよび1536nmで光を通過させる請求項18記載のシステム。
- (20) ビデオ信号により複数の無線搬送波信号を変調する手

致と、変調された無線搬送波を混合する手段が設けられており、結果的なアナログ信号は第2のレーザを変調するために使用される請求項18または19記載のシステム。
(21) ポンプレーザは1480nmで光を放射する請求項10乃至20のいずれか1項記載のシステム。

国際調査報告

International Application No. PCT/GB 90/01950

1. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IN ACCORDANCE WITH THE INTERNATIONAL PATENT COOPERATION TREATY, ARTICLE 17

IPC Class. H 04 B 10/16, H 01 S 3/06

2. FIELD OF SEARCH

IPC Class. H 04 B, H 01 S

3. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Reference to Document	Relevance to Claim No.
A	EP. A. 0242802 (NEC CORPORATION) 26 October 1987 see abstract, column 3, lines 14-43	1
A	The 15th European Conference on Optical Communication (ECOC '89), 10-14 September 1989, Gothenburg, vol. 3, K. Aida et al.: "1.8Gb/s 310km fiber transmission without outdoor repeater equipment using a remotely pumped in-line Er-doped fiber amplifier in an IM/direct-detection system", pages 29-32, see page 29, lines 22-26	1-4
A	WO. A. 86/07221 (PA CONSULTING SERVICES LTD) 4 December 1986	1-4

4. CITATION

Date of first publication of the international search report: 9th April 1991

Date of filing of the international search report: 22.05.89

5. EUROPEAN PATENT OFFICE

Form PCT/ISA 210 (under revision) January 1989

International Application No. PCT/GB 90/01950

11. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT (CONTINUE FROM THE SECOND SHEET)

Category	Reference to Document	Relevance to Claim No.
	see page 1, line 8 - page 2, line 11	
A	The 15th European Conference on Optical Communication (ECOC '89), 10-14 September 1989, Gothenburg, vol. 3, N. Edagawa et al.: "Non-regenerative optical transmission experiment using 12 Er-doped fibre amplifiers", pages 33-36, see page 33, line 16 - page 34, line 2	1-4

Form PCT/ISA 210 (under revision) January 1989

国際調査報告

GB 9001950
SA 42926

The search has been carried out in accordance with the international search report. The documents are as indicated in the European Patent Office (EPO) file in (PCT/ISA).

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family number(s)	Publication date
EP-A- 0242802	28-10-87	JP-A- 62245740 US-A- 4945531	27-10-87 31-07-90
WO-A- 8607221	04-12-86	EP-A- 0222866 GB-A- 2175766	27-05-87 03-12-86

For more details about this search, see Official Journal of the European Patent Office, No. 12/92

第1頁の続き

⑤Int. Cl. ^s

G 02 F 1/35
H 01 S 3/094
H 04 B 10/02

識別記号

5 0 1

庁内整理番号

7246-2K

⑥発明者

ロウ、クリストファー・ジョン

イギリス国、アイビー4・5エージー、サフオーク、イブスウィツ
チ、コールドウエル・ホール・ロード 270

【公報種別】特許法第17条第1項及び特許法第17条の2の規定による補正の掲載

【部門区分】第7部門第2区分

【発行日】平成10年(1998)9月8日

【公表番号】特表平5-502334

【公表日】平成5年(1993)4月22日

【年通号数】

【出願番号】特願平3-501697

【国際特許分類第6版】

H01S 3/10

G02B 6/12

6/28

H04B 10/02

【F I】

H01S 3/10 Z

H04B 9/00 U

G02B 6/12 H

6/28

予 知 補 正 意

平成 9年12月11日

特許庁長官 荒 井 秀 光 殿

1. 事件の表示

特願平3-501697号

2. 発明の名称

損失のない光学素子

3. 補正をする者

事件との関係 特許出願人

名称 プリテイマッシュ・テレコミュニケーションズ・

パブリック・リミテッド・カンパニー

4. 代理人

東京都千代田区霞が関3丁目7番2号

特許内務省特許事務所

〒100 電話03(3502)3151(大代表)

(5847) 弁護士 鈴木 武 彦

5. 自発補正

6. 補正により減少する請求項の数 15

7. 補正の対象

請求の範囲

8. 補正の内容

請求の範囲を記載のとおり訂正する。

請求の範囲

1. 入力および複数の出力と、分割器部分および分割器部分の上流の増幅器部分とを備えている光結合器において、

増幅器部分は入力によって増幅された光信号を増幅するドープされたファイバ増幅器を含み、この光増幅器は遠隔ポンプレーザによって光学的にポンプ可能にされる入力光導波路手段を備えており、またこの増幅器は分割器部分の損失に少なくとも等しい損失を有している光結合器。

2. 入力光導波路手段は、第1のWDMを介してドープされたファイバ増幅器に接続されている請求項1記載の光結合器。

3. ドープされたファイバ増幅器は、第2のWDMを介して出力に接続されている請求項1または2記載の光結合器。

4. さらに、第2のWDMの下流のフィルタを具備している請求項3記載の光結合器。

5. 光源、光結合器およびポンプレーザを具備し、光結合器が請求項1乃至4のいずれか1項に記載されたものであり、光源が光結合器の入力に接続され、ポンプレーザが入力光導波路手段に接続されている光学システム。

6. さらに、自動制御制御ユニットを備え、自動制御制御ユニットおよびポンプレーザが別のWDMによって入力光導波路手段に接続されている請求項5記載のシステム。

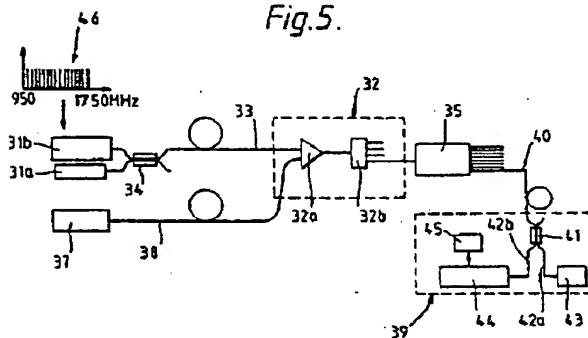
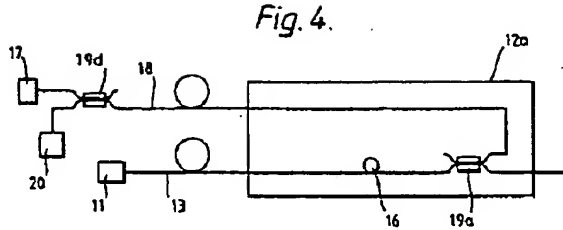


特許
第
5-502334号

特表平 5-502334

要 約 書

損失のない光学素子2は入力および少なくとも1つの出力を具備している。光学素子2は動作部分2bおよび動作部分2bの上流の増幅器部分2aを含んでいる。増幅器部分2aは入力によって受信された光信号を増幅する光増幅器6を含んでいる。光増幅器6は、光増幅器が遠隔位置のポンプレーザ8によって光学的にポンプ可能である入力光導波手段8を具備している。光増幅器6の出力は光学素子2の動作部分2bの損失に比例する。



補正書の翻訳文提出書(特許法第184条の8)

平成4年6月15日

特許庁長官 渡 沢 正 殿

1. 国際出願番号

PCT/GB90/01950

2. 発明の名称

損失のない光学素子

3. 特許出願人

名称 ブリティッシュ・テレコミュニケーションズ・パブリック・リミテッド・カンパニー

4. 代理人

住所 東京都千代田区蔵前3丁目7番2号

鈴屋内外閣特許事務所内

〒100 電話03(3502)3181 (大代表)

氏名 (5847) 外理士 鈴江 茂彦

(ほか3名)

5. 補正の提出年月日

1992年3月11日

6. 送付書類の目録

(1) 補正書の翻訳文

1通



明 細 書

損失のない光学素子

本発明は、光ファイバ通信ネットワークに設置するための光結合器に関する。

この明細書において、「光学」という用語は光ファイバのような誘電性導体によって送信されることができ、赤外線および紫外線領域の部分と共に可視領域として一般に知られている電磁スペクトルの部分を示すことを意図している。

光ファイバ通信ネットワークは1つ以上の送信ステーションから1つ以上の受信ステーションに情報(光信号)を分配するために使用される。遠隔通信のために、TPO N(受動光ネットワークによる電話)のような受動光ネットワークは、それらが単一の送信機(ネットワークに接続された交換機に配置されたレーザ)を使用してネットワークに対する遠隔通信を可能にするという点で有効である。TPO Nの主な利点は電気素子がフィールドにおいて不要なことである。TPO Nの欠点は、それが送信機(交換機)から複数の受信ステーション(加入者の電話機)に光信号を送るために光分割器の使用を必要とすることである。したがって、TPO Nは分割器における損失によって制限される(典型的に、TPO Nシステムは1レーザ当たり31の加入者だけにサービスを提供する)。この比率を高める1つの方法はシステム中に光増幅器を設けることである。これは、例えば送信機におけるパワー

用される。

損失のない結合器32は増幅器ユニット32aおよび4方向分割器32bを含む、これらの装置は図1および図2の結合器2の対応した部品と同一である。したがって、増幅器ユニット32aはファイバ増幅器および1対のWDMを含む。WDMは1.55 μ mおよび1.3 μ mの両信号を通過させ、1.55 μ mの信号は増幅され、一方1.3 μ mの信号はほとんど損失を伴わずに増幅器を通過することができる。増幅器はハイパワー（40mW、1480nm）レーザ37によって専用の光ファイバ38を介して光学的にポンプされる。図1および図2の実施例のように、分割器32bの各出力は各8方向分割器35（それらのうち1つだけが示されている）に達するため、システムは各出力ファイバ40を介して32個の受信ステーション39（それらのうち1つだけが示されている）にサービスすることができる。各受信ステーション39は関係するファイバ40によって伝送される1300nmと1536nmの信号をデマルチプレクスするWDM41を含む。このWDM41はそれぞれ電話機43および受信機44に達する2つの出力ファイバ42aおよび42bを有する。受信機44はB PON信号を回復するために下方変換器45に信号を供給する低費用のPIN受信機である。

B PONは、副搬送波多重化されたシステムでビデオの多数（典型的に16または32）のチャンネルの伝送を許容する。図5に示された実施例において、950乃至1750MHzにおける16または32個の無線キャリアはビデオ信号により45で変調される。その後変調されたキャリアは共に混合され、結果的

ができる。

もちろん、ポンプレーザ37に関連したagcユニットの設置によって図5のシステムを修正することは可能である。このようにして、増幅器ユニット32aの出力は延長される使用期間にわたって安定化されることができる。

約1500nmにおいてT PONおよびB PONの両方を動作することも可能であり、その場合両タイプの信号が損失のない結合器において増幅されることができる。残念ながら、これは非常に狭いチャンネル間隔のデマルチプレクサ（1加入者当たり1つ）の使用を必要とし、またこれは現在許容できないほど高価である。

光送信ネットワークにおいて損失のない結合器を使用する重要な利点は、それらが単一、二重、アナログおよびデジタル送信システムの任意の組合せの使用を許容することである。さらに、このタイプの損失のない結合器は光増幅器を含んでいるため、信号増幅のための電子装置への変換が不要である。結果的に、このタイプの損失のない結合器はデータ透過性であり、例えばそれはデータが任意のデータ送信速度で送信されることを可能にする。これはデータ送信速度の狭い範囲に対してのみ成功的に動作する電気増幅器（再生器）を内蔵した既知の構造と比較されることである。

信号レーザ1、11および31bは1536nmで光を放射するものとして説明されているが、これらのレーザは典型的に1530nm乃至1565nmの範囲内の別の波長で光を放射できることが理解されるであろう。

なアナログ信号は光ファイバ31への伝送のためにレーザ31bを駆動するために使用される。増幅器および関連したWDMは1300nmで透過性であり、T PON信号は損失のない結合器32によって影響されない。これはネットワークがT PONおよびB PONの両信号を送送することを可能にし、両送信機（レーザ31aおよび31b）はヘッド端（交換機）に配置される。これは既知のB PONシステムに対する改良であり、既知のシステムは32個の加入者にサービスするために4つのレーザを必要とし、一方図5のシステムは32個の加入者当たり1つのレーザだけしか必要としない。B PONに必要なレーザは約3000ドルを要するため、図3のシステムが実質的に費用を節約することは明らかであろう。システムはまた例えば128の加入者が単一のT PONレーザによってT PONおよびB PON信号の両方に対する分割率を高めることによってサービスを提供されるT PONシステムを補償するために拡張されることができる。さらに、既知のB PONシステムは、図5のシステムにおいて使用される安価なPINの代わりに受信ステーションにおける高価な電子雪崩光ダイオード（APD）の使用を必要とする。したがって、ここにおいて再度本発明のシステムは実質的な費用減少を導く。このシステムはT PONネットワーク全体がB PON信号を増幅するために適合された損失のない結合器と共に設置されることができるという付加的な利点を有し、またこのネットワークは交換機においてB PON伝送装置およびポンプレーザを付加するだけで二重T PON/B PON動作に後続的に変換されること

Fig. 1.

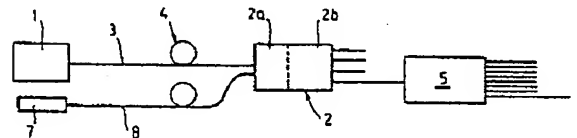


Fig. 2.

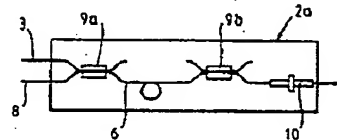


Fig. 3.

